ＩＡＦ　ｗｅｂコラム

今年起こったことを考える

「3･11に学ぶこと:
安全、グループ安全、制御システムセキュリティ、エネルギー管理、トータル危機管理」

2011 年 9 月
IAF　幹事　村上正志

１．はじめに

今年（2011 年）、我々の周りに大変化が起きていると認識される方々は多いと思う。

起きていることから何を学んで、どのように生き抜いていくかが人間にも企業にも、今問われているのではないだろうか。

１）３・１１に学ぶこと

私は、宇宙の話をすることも好きなので、いきなり、地球の外からの話になるのですが、核融合を続けている太陽は、宇宙という大自然が作り出したもの。直接その光を人間が浴びると危険なので、地球の大気圏が和らげて地上に届くようにしてくれている。人間の力をはるかに超えている自然界（宇宙）の神ともいうものがこれを扱っていると言って良いと思う。

その自然界の理の一つを人間は発見したことで、これを自分達で操ってみようと核爆弾が作られ、実験し、1945 年 8 月 6 日と 9 日に広島・長崎に落とされた。落とした方の理由は、戦争を終わらせるのに、日本本土決戦が熾烈を極まる事態になり、更に、多くの自国民の命が失われるという状況を回避する為と言われているが、その論議は別にしまして。この核を平和利用しようとして原子力発電所を作り、人間は、これを利用して、エネルギーが豊かな文明の中で生活することを夢見せられて、それを受け入れてきたことで、原発を多くつくってきた訳である。そして、その恩恵を受ける濃さは違っていても、今の経済発展を作り上げた上に、豊かな生活が存在している訳である。

しかし、40 年前に建設し、二年後に廃炉にする予定の原子力発電所の手当てをしないことを決めた後のタイミングで、3・１１の大地震と大津波という人間の制御域を超えた自然現象によって、放射能を放出させる大事故を起こしてしまった訳である。神は、私達人類に、神が与えた自然エネルギーを越えた技を認めなかったとも受け取れるし、自然エネルギーがあるのに、それへの感謝の心が薄くなって、それ以上を求めた人類に、覚醒を与えたのかも知れないと考える人もいるだろう。

この太陽系は、銀河の中を廻りながら、形あるものは滅するという何者をも免れない運命の中で生かされている。これは地球にいる私達も免れられない。その中で、地球の地殻変動の動きに比べ、人類の力は何と小さなものであるのかを再認識することで、生きているのではなく、生かされているという大感謝の心を私達は忘れてはならないという宗教的な思いを深める時なのかも知れない。

日本国民の多くは、原子力発電に依存しない日本へと変わりたいと思っている。しかし、原子力発電のビジネスに依存している企業で働く人達は、企業利益を優先して、都合の悪い情報を隠すとか、民意をコントロールするという感覚を持っているのではないかと国民は反発している。

２）絆

誰かが、自分のことを大切に思ってくれる。だから、その命は大切であると思う。でも、その大切な誰かが予期せぬことで亡くなったら。３・１１の大地震と大津波で多くの命が亡くなった。娘を亡くした家族が、長男に娘（妹）のことを話題にすると、「思い出すから言わないで」と言った長男に、「残った家族が時々思い出してあげるとあの世にいる○○ちゃんは歓んでくれるよ。」と話してあげると、泣きながら、「うん。解った。」と言ってくれたという話を聞いた。

目に見えないが、思い出して家族で名前を呼んであげるとなぜか心が落ち着いてくる。亡くなってもつながっているんだという心になるまで、時間はかかるけど。

３）豊かさの価値観

「豊かである」ということは、何であろうか？　家庭を持ち、子をつくり、子を育てる。子々孫々につながっていく。それを豊かであると考えると、数十万人単位で餓死していくソマリアの実状と比べ、はるかに豊かである。

誰でも教育が受けられることは、豊かである。成人すると選挙権があることは、国民主権であることだが、公平で透明な選挙であることは、豊かである。仕事を自由に選べることは、豊かである。好きな人と結婚できることは豊かである。行きたいところへ行けることは豊かである。着たい服を着られることは豊かである。食べたい料理を食べられることは豊かである。乗りたい車に乗れることは豊かである。住みたい家に住めることは豊かである。エネルギーがあることは豊かである。しかし、子が不治の病になると大変である。癌にかかると大変である。仕事が無いと大変である。食べるものが無いと大変である。それでも、生活の保障があることは豊かである。

４）経済の価値観の変化

経済関係に話を移そう。スタンダード＆プアーズ社のアメリカ国債の格付け引き下げや EU 経済の危機により、円高が進んで、株価が下がって、工場が日本から海外へ移動することに拍車がかかっている。しかし、中国の高速鉄道が西に延びていることで物価高騰は進み、中国の人件費も高くなっている。中国進出の日本企業は、人件費の低い地域を捜して、東南アジアやインドへ工場をシフトしている。そんな中、某機械メーカーが部品を生産するためにタイと日本国内（地方）の両方で見積りをとったところ、日本の地方の方が安かったと聞いた。日本の地方の物価は永い時間低いままだったのですね。 東南アジアの人件費も上がり続けている。また、企業存続価値を左右する高価値な技術を使って生産する製品は、情報漏えい防止と熟練技術の伝承を理由に、日本で生産する方針を立てている企業も少なくない。だから、地域の人件費の上昇レートを見ながら、中長期経営計画を立てて進めることになろう。

５）エネルギー管理

原子力発電所の稼動停止で供給できるエネルギーの限界が下がり、エネルギー・ピークカットと平準化の確保義務は、日本中に広がっている。しかも、自然エネルギー利用に対しての支援策が過去にはあったが、原子力発電推進に取って代わられて、そして再び自然エネルギーへの利用依存度を上げるべく、再生可能エネルギー政策として取り組みが再開されている。

６）サイバー攻撃の危機

インターネットの世界は、戦争状態である。ノーベル平和賞で中国の人権回復活動家が受賞することで、スウェーデンとノルウェーの政府関係サーバなどがサイバー攻撃を受けた。アメリカ・テキサス州の原子力発電所がサイバー攻撃を受け、その逆探知で攻撃元が判り、そこへの反撃を行ったことで、その国の政府は「我が国もサイバー攻撃を受けている被害者だ。」という。日本政府関係のサーバにもサイバー攻撃がされているという。

このサイバー攻撃が制御システムを対象に起きたのが、Stuxnet である。

７）安全、グループ安全、セキュリティ、危機管理

そんな中、３・１１で被災した工場を復旧させて、操業再開する場合、問題となってくるのが安全性の妥当性確認である。これは、被災した工場に限ったことではなく、新規工場建設においても同じである。それは、機械安全、機能安全、セイフティ・アセッサ、グループ安全、セキュリティ、エネルギー対策と、安全の範囲が大きくなった為であり、海外進出においても世界規格レベルで対応しなければならない課題は無視できない。また、今年起きた中国の高速鉄道事故は交通システムの安全性検証と車両生産の品質規準確保ができていなかったことを露呈しており、安全を確保するための製品開発設計とは何かを考え直す良い機会でもあると思われる。

そこで安全、グループ安全、セキュリティ、エネルギー管理、トータル危機管理の課題について、以下述べていく。

２．製造現場の安全

製造現場の安全という課題を取り上げた時、確かに、知識の上では、図１の ISO12100（JIS B9700）に示される責任範囲とリスクアセスメントの関係があると認識されるが、実際に現場で困っていることは、以下のようなことではないだろうか。

①震災・災害・爆発事故・火災発生後の復旧対策の妥当性が判断しにくい。
②自社装置・製造システムを海外へ輸出するのに、国際規格安全設計と認証獲得に対応しなければならない。
③コンサルタントや第三者認証機関に指摘された課題対策が難しい。
④機械設備のリスクアセスメントの計算と判断の妥当性根拠が難しい。
⑤新人設計者への教育カリキュラムがない。作成したが妥当性の判断が難しい。
⑥労働安全マネジメントシステムを導入しても機械災害が減らない。
⑦安全管理者に機械の安全対策知識が不足している。
⑧電気／機械設計者に安全対策知識を身につけさせたい。
⑨人間の注意力に依存しているだけでは、機械災害が減らない。

ISO12100-1に示されるリスクアセスメントの位置づけ
・・・・・ 機械の設計/ 製造者と使用者の関係（産業機械）
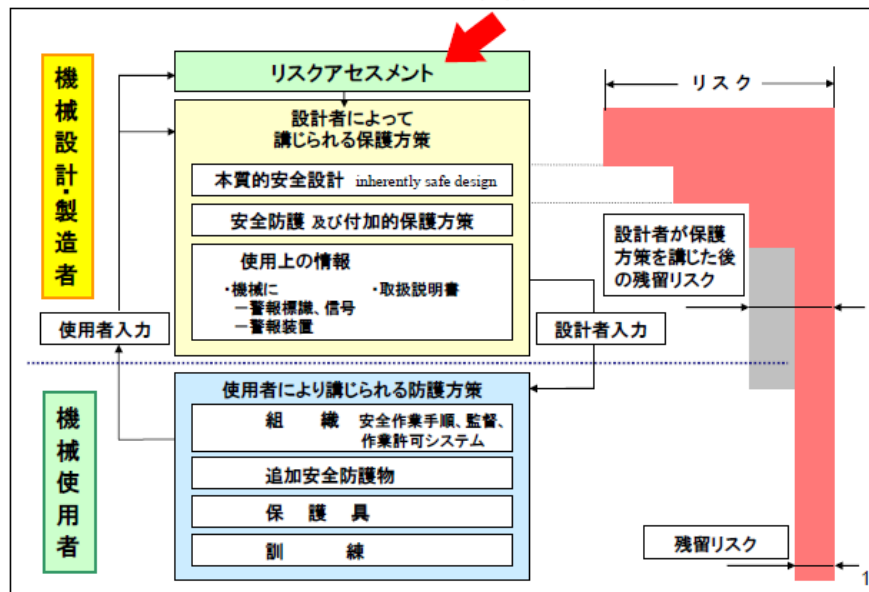
図1　ISO12100-1:2003に示されるリスクアセスメントの位置付け

以上に示す課題を解決していくには、国際レベルの規格に基づいた、生産現場を始めとする機械設備や生産システムのリスクアセスメントの実施が必要となり、さらにそれを維持するためには、安全性の妥当性を確認できる人材の確保が必要となる。それがセーフティアセッサである。

参考：日本認証株式会社サイト：
http://www.japan-certification.com/saftiasessa/saftiasessa_attestation.cfm

まず、本質的安全設計対策（危険源を除去／リスク低減）には、どのようなものがあるのかを思い出してみよう。

①幾何学的要因及び物理的側面を考慮した対策
②機械設計上の一般的技術知識を考慮した対策
③適切な技術選択による対策

④構成品間のポジティブな機械的作用原理を適用した対策
⑤機械の安定性に関する対策
⑥機械の保全性に関する対策
⑦人間工学及び行動学原則を考慮した対策
⑧電気的危険源防止対策
⑨圧力／温度設備の危険源防止対策
⑩制御システムへの本質的安全設計対策
⑪安全機能故障のリスク低減対策
⑫設備の信頼性を脅かす危険源防止対策
⑬搬入（供給）又は搬出（取出し）作業の機械化及び自動化による危険源防止対策
⑭設定（段取り等）及び保全の作業位置を危険区域外とすることによる危険源防止対策

＜参考：JIS B 9700-1 3.19、 JIS B 9700-1 4＞

これらの中で、機械に起因する労働災害は、全労働災害の 3 割を占めているという。
今年、機械メーカー向けに厚生労働省より、「機械ユーザへの機械危険情報の提供に関するガイドライン」が出された。

～機械メーカー向け～機械ユーザーへの機械危険情報の提供に関するガイドライン：
http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei14/dl/110506.pdf
ガイドラインの構成と活用の仕方：
http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei14/dl/110506_02.pdf

ガイダンスの目的には、「本ガイドラインは、機械ユーザでの労働災害防止のため、機械ユーザの事業場におけるリスクアセスメントの実施が推進されるよう、機械譲渡時の機械メーカーから機械ユーザに対する機械危険情報の提供のあり方を示す。」と記載されており、ガイダンスの対象者は、
・機械の製造・輸入を行う事業者
・機械ユーザへ機械の販売を行う事業者
・中古機械の販売を行う事業者
・複数の機械から構成されるシステムを機械ユーザに提示するシステムインテグレーター
の 4 者で、対象とする機械は、「日本国内のすべての労働現場で使用される機械（主として一般消費者の生活の用に供される機械を除く。）を対象とする。」と記載されている。
対象とする機械の運用段階は、機械の運転準備の業務、運転の業務（オペレーション）、保守の業務（メンテナンス）の三つである。
本ガイドラインは、機械包括安全指針「使用上の情報の内容及び提供方法」に示されている「機械の残留リスク等に関する情報」を「取扱説明書等の文書の交付」によって提供する際に、機械メーカーが実施すべき取り組みを解説するものであり、基本的な実施事項の目安を提示したものとある。

３．グループ安全

機械安全、機能安全以外に、グループ安全という考え方がある。

厚生労働省の参考サイト：
http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei14/dl/100524-1_0005.pdf

ISO11161 は、グループ安全の国際規格だが、まだ JIS に反映されていない。海外においては、この ISO11161 に準拠していることを義務付けしている国が昨今増えている。＜図２＞

http://www.jmf.or.jp/japanese/standard/pdf/D_1.pdf
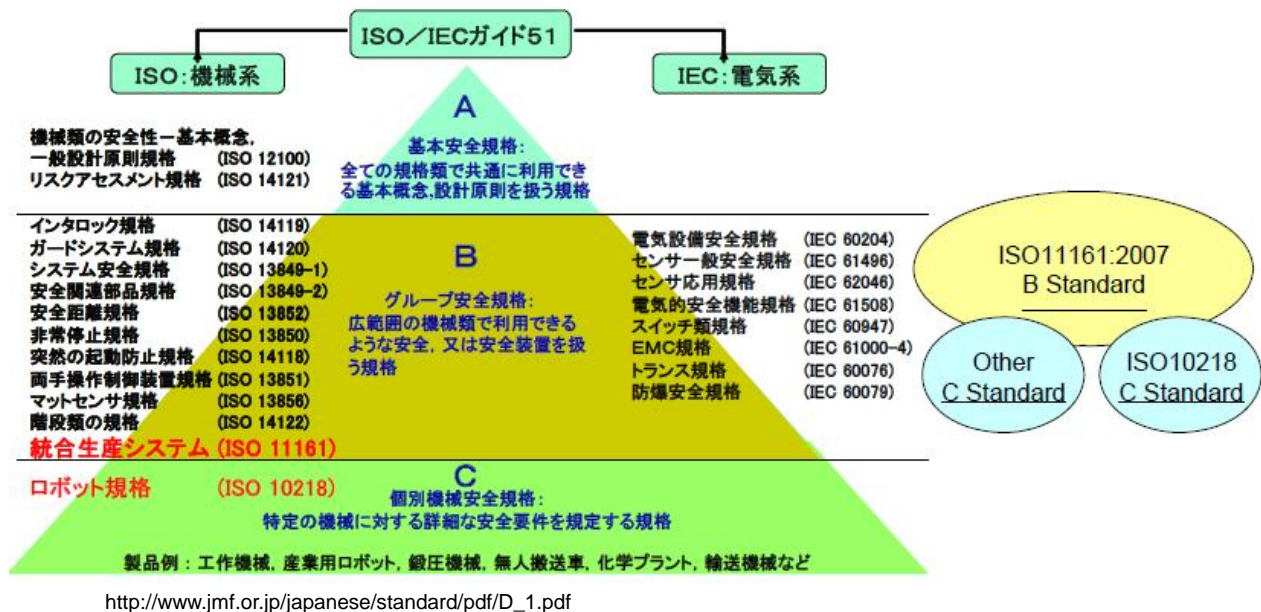
図2 基本安全規格とグループ安全規格の関係

グループ安全とは、生産ラインのシステム制限の規定とレイアウトを事前に決めて、機械のリスクゾーンを策定し、タスクゾーン（近接の機械のエリア）を決め、そのゾーン内のグループリスクを算出することである。その範囲は生産プロセス単位、生産ライン単位、フロアー単位で算出する。現場で作業を行う場合の作業者の配置などでリスクアセスメントがどのように変わるのかも検証し、その結果を踏まえて機械や設備の配置をカイゼンする。カイゼン作業には、安全確保の保護方策を施し、リスク除去と低減を行う。その作業結果をまとめ、使用上の情報と設計の妥当性を確認していくというのである。＜図３＞

図3 ISO11161の概要

この妥当性の検証をフロアーのレイアウト決定前に行うには、3D-CAD とシミュレータの活用が必要である。設置間隔と機械や装置の相互衝突を避けるロジック検証も必要となる。その検証も事前に行っておくことである。また、通常は人が入らない場所でも、メンテナンスを実施する時に作業者の進入路やどこで作業をするかによってリスクが高くなるか、なども確認が可能となる。それと作業者がいるかいないかの判定の仕組みを機械的に組んでおくなどの必要もあり、グループ安全は、ユーザ企業が責任を持つ内容となる。

4．セキュリティ

安全を考える上で、昨年から急激に重要な課題となっているのが、情報セキュリティと制御システムセキュリティである。＜図４＞
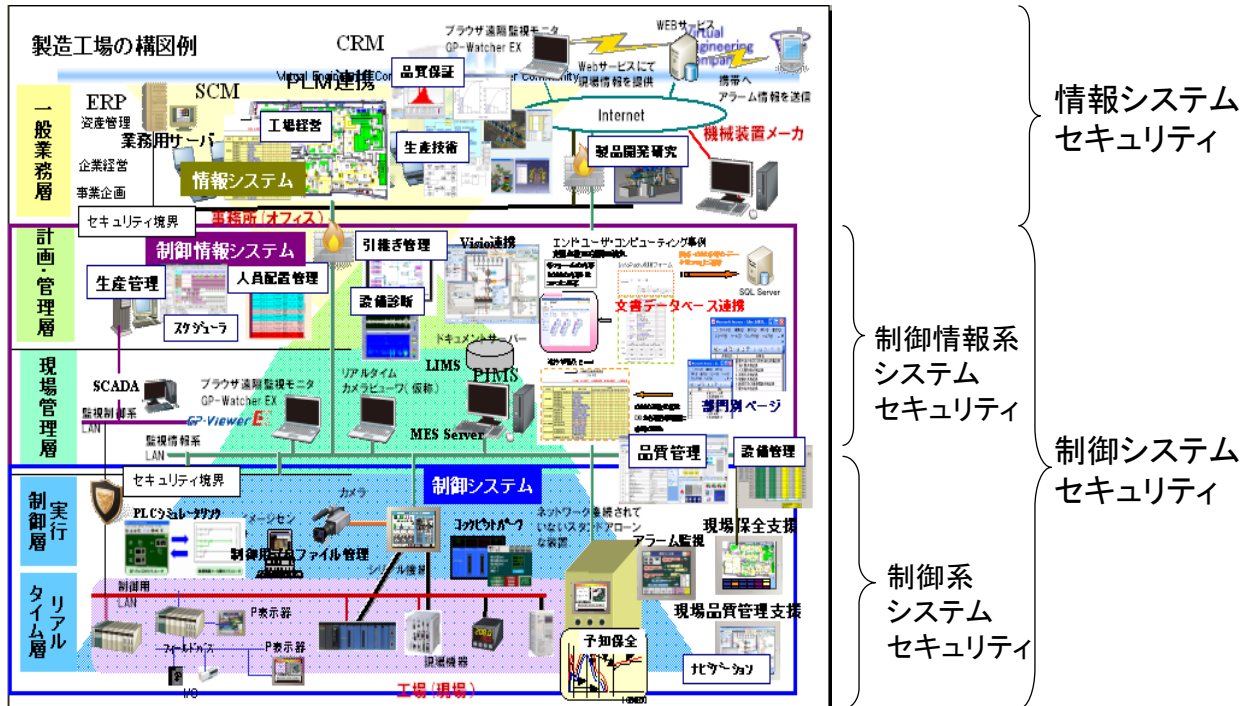
図4　制御情報系システムと制御系システムの二つに分類される

経済産業省の参考サイト：「サイバーセキュリティと経済研究会」の中間まとめ：
http://www.meti.go.jp/press/2011/08/20110805006/20110805006.html

セキュリティにおいては、2003 年ごろからスウォームやマルウェアなど以前の DOS 攻撃とは異なるサイバー攻撃が増えている。2009 年ごろからは、サーバを乗っ取って、生産情報やレシピ情報や制御システムに関する情報を搾取する事件がアメリカ・テキサス州の発電所を皮切りに先進国で起きている。

2010 年には Stuxnet が登場して、情報システムセキュリティの領域から制御システムセキュリティ領域にまで進んでいる。USB 経由で侵入した経緯から、「情報ネットワークにつながっていない制御システムはサイバー攻撃を受けることは無い。」という 2000 年から続いていた業界常識が覆された。＜図５＞
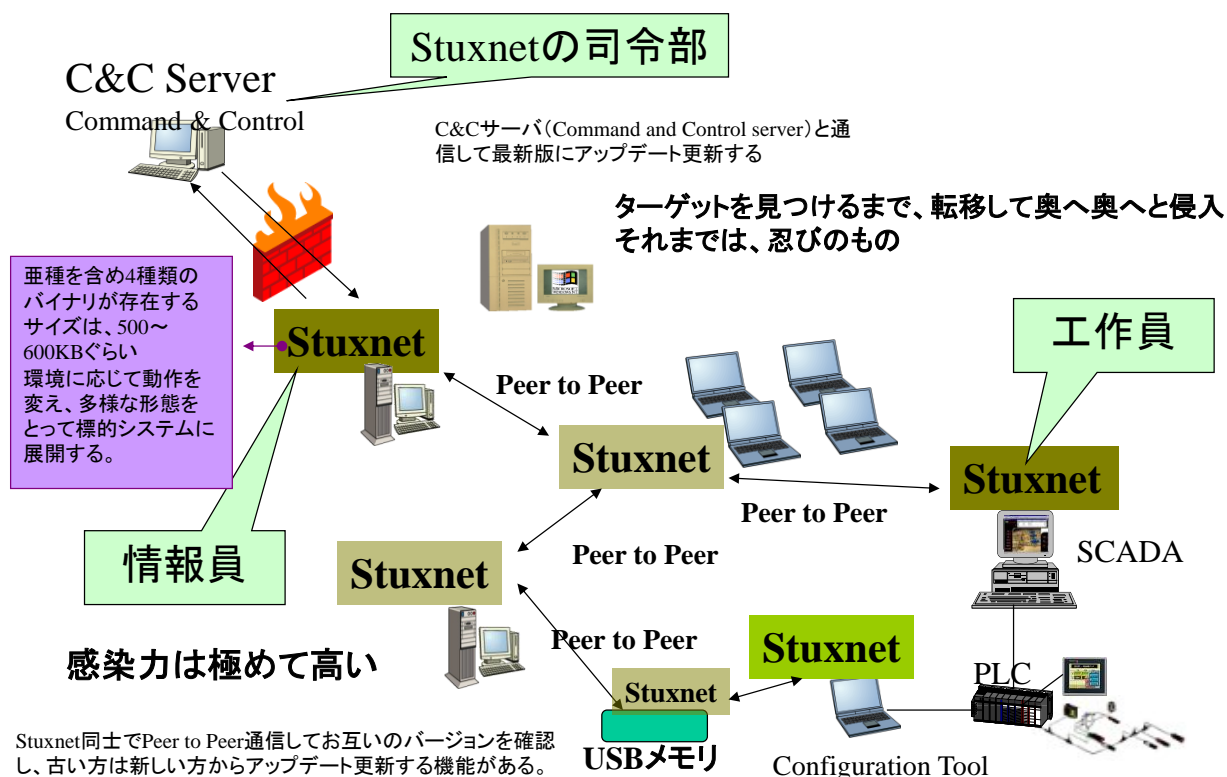
図5　Stuxnet

セキュリティについては、IEC62443 が主要な国際規格となって、現在内容の見直しがおこなわれている。

セキュリティ対策においては、二つ課題がある。

一つは国内の場合で、例えば、ある制御ベンダの制御製品を標的にした Stuxnet が広がってサイバー攻撃開始すると、社会インフラ（電力、ガス、石油、上下水道、交通管理システム）やライフライン（医薬品、食品）、経済基盤を支える産業（化学、半導体）などの設備が破壊され、火災や爆発事故が誘発される場合である。破壊された規模によっては、即日復旧は難しく、数ヶ月から半年を要するものもある。そうなると、死者も出て、社会的パニックを誘発し、大混乱となる。その結果、海外展開では、その制御ベンダ製品の信頼が落ちて競合企業に成長する機会を与えることになる。

もう一つは、海外でのプロジェクトの受注条件に、セキュリティ評価試験を受けて合格することを指摘するユーザが増えていることである。ユーザにしてみると、ある程度のセキュリティ耐久力を持つ制御製品やセキュリティ対策のアップデートを施せる制御製品を使用して製造現場を構築したいということになる。

ミサイルやロケット弾で攻撃された場合は、攻撃を仕掛けた場所の特定が可能であるが、Stuxnet のようなサイバー攻撃は、特定が難しい。しかも、例えば 40 箇所を攻撃するとしたら、ミサイルやロケット弾は 40 発必要だが、Stuxnet は一つで事足りる。

経済産業省の「サイバーセキュリティと経済研究会」報告書中間とりまとめの 49 ページにもあるように、欧米では政府が表裏で、国際標準認証やテストベッドを支え、国策として制御システムセキュリティ対策を行ない、支援している。日本には、まだ（2011 年 8 月現在）、これが無い。

５．エネルギー管理の本質

ものづくりの企業が考えるに、３・１１以来、重要課題となっているのがエネルギー危機である。しかし、このエネルギー管理を良く考えてみると、以下のことが言えるのではないか。

原子力発電所が稼動しないことで、求められるのがエネルギー・ピークカットであり、電力需要の平準化である。これは緊急事態であるから対処することになるが、ものづくり企業のエネルギー管理とは、単にピークカットや節電だけであろうか？

詳細エネルギーデータを測定していくと、生産する製品によってエネルギーコストが異なることも分かるし、同じ製品でも生産ライン別に必要とするエネルギーコストが異なることも分かってくる。また、生産装置によっても異なることが分かってくると、改善する課題も見えてくる。生産スケジュールの組み方も使用する生産ラインも適切に選択することで全体のエネルギー消費の改善も可能となる。つまり、エネルギーの仕事量、仕事効率を管理することができるようになるのである。＜図６＞
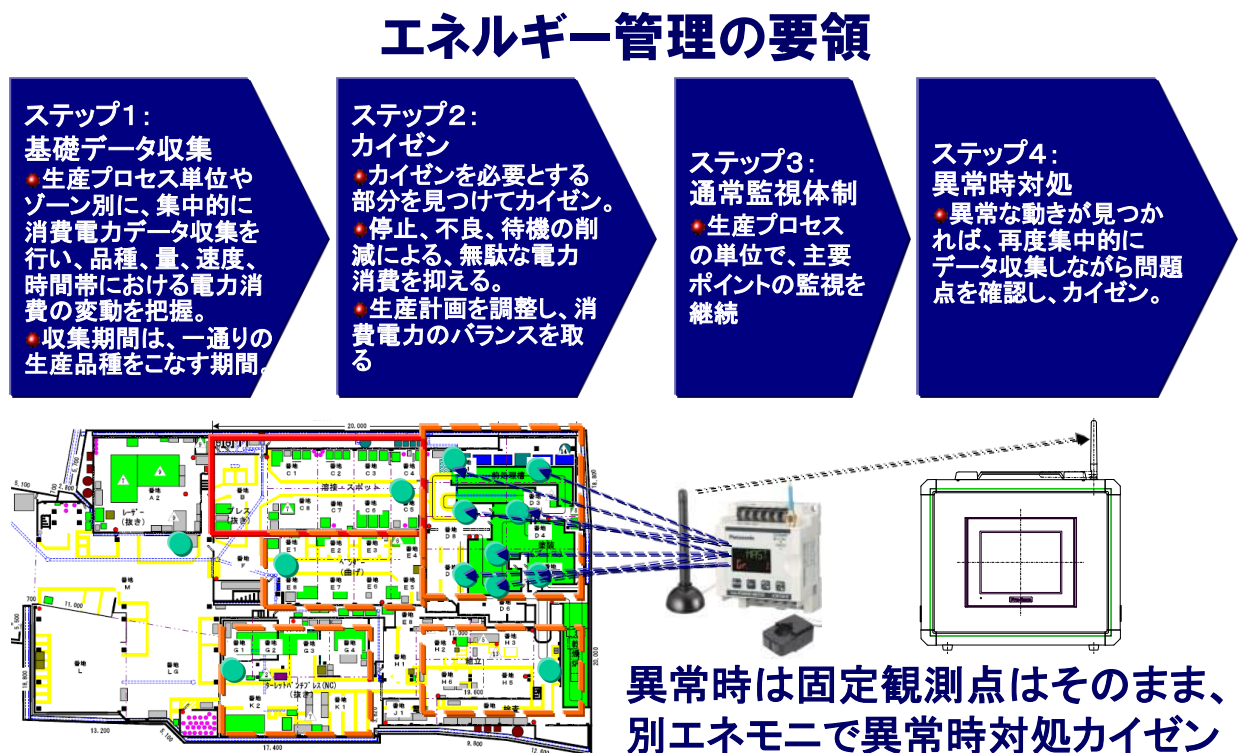
図６ 製造現場のエネルギー管理

つまり、製造業では、生産エネルギーの最適化として、以下の課題をこなしていくことがエネルギー管理の本質ではないだろうか。

①個々の製品を生産するエネルギーコストを知って、これを低減する。

②生産ライン別のエネルギー仕事効率を知り、これをカイゼンし、低減する。

③個々の装置のエネルギー仕事効率を知り、これをカイゼンし、低減する。

６．トータル危機（リスク）管理の見える化

安全、グループ安全、制御システムセキュリティ、エネルギー管理と我々が取り組まなければならない課題は、多いし、責任は大きい。それに、一つ一つのリスク低減の積み重ねでトータルリスクの低減が可能となる。

しかし、制御／機械／装置ベンダの安全対策と現場の作業者の訓練だけで安全を確保するには、

限界が来ている。企業として、これらの課題に投資することを前提に現場の声をよく聞くべきではないだろうか。

それと、安全に関するリスクの見える化に取り組んでいくことも重要ではないだろうか。見える化によって本質の存在を的確に捉え、改善を繰り返し実施していくことがなければ、成果は出てこないと思う。

7．まとめ

現場の安全確保は人間の注意力に依存した精神論では片付かない。

「予算は、これだけしか出せないから、後は教育と訓練でカバーしてね。」で、果たして企業責任を果たしていると言えるのだろうか。

つまり、安全とは、作業者責任から企業責任へ、教育訓練主体から本質安全確保に、安全な使い方の指示徹底から安全制御による機械へと、もっと本質に向けて取り組んでいくことだと思う。

以 上

————— 著者紹介 ————————
村上正志（むらかみ まさし）
IAF 運営委員会 幹事
日本 OPC 協議会 企画部会長
PLCopen Japan OPC ワーキング主査
株式会社デジタル　コーポレートコーディネーション　VEC 事務局長
http://www.vec-member.com/